

UNIVERSIDADE FEDERAL DO PARANÁ

THIAGO FERNANDES ANTUNES

A UTILIZAÇÃO DE ROBÔS EM NEGOCIAÇÕES DE ALTA FREQUÊNCIA NA  
OBTENÇÃO DE GANHOS FINANCEIROS E SUAS CONSEQUÊNCIAS PARA O  
MERCADO

CURITIBA  
2015

THIAGO FERNANDES ANTUNES

A UTILIZAÇÃO DE ROBÔS DE NEGOCIAÇÃO EM ALTA FREQUÊNCIA NA  
OBTENÇÃO DE GANHOS FINANCEIROS E SUAS CONSEQUÊNCIAS PARA O  
MERCADO

Monografia apresentada ao Curso de Ciências  
Econômicas, Setor de Ciências Sociais Aplicadas,  
Universidade Federal do Paraná, como requisito  
parcial à obtenção do grau de Bacharel em Ciências  
Econômicas.

Orientador: Prof Dr. José Guilherme Silva Vieira

CURITIBA  
2015

## **TERMO DE APROVAÇÃO**

THIAGO FERNANDES ANTUNES

### **A UTILIZAÇÃO DE ROBÔS DE NEGOCIAÇÃO EM ALTA FREQUÊNCIA NA OBTENÇÃO DE GANHOS FINANCEIROS E SUAS CONSEQUÊNCIAS PARA O MERCADO**

Monografia aprovada como requisito parcial à obtenção do grau de Bacharel em Ciências Econômicas, Setor de Ciências Sociais Aplicadas, Universidade Federal do Paraná, pela seguinte bancada examinadora:

---

Orientador: Prof Dr. José Guilherme Silva Vieira  
Setor de Ciências Sociais Aplicadas  
Universidade Federal do Paraná

---

Prof Dr. José Wladimir Freitas da Fonseca  
Setor de Ciências Sociais Aplicadas  
Universidade Federal do Paraná

---

Prof. Mestre Adilson Antonio Volpi  
Setor de Ciências Sociais Aplicadas  
Universidade Federal do Paraná

Curitiba, 20 de Novembro de 2015.

## RESUMO

O objetivo deste trabalho foi entender como o agente atua para auferir lucros aos seus investidores e os impactos que a utilização desse sistema produz no mercado por meio da análise da forma de atuação dos robôs *High Frequency Tradings* (HFT's) no mercado acionário. A tecnologia dispõe de uma sequência algorítmica automatizada que, após sua programação, atua nos mercados buscando a obtenção de ganhos pequenos, rápidos e em grande quantidade para seus respectivos investidores. O estudo engloba uma análise descritiva do surgimento e tipos de robôs comercializados, formas de atuação, principais características, efeitos positivos ou negativos e um comparativo atual da utilização desses *softwares* nas principais bolsas, americanas e brasileiras. Pode-se concluir que, a utilização dessa estratégia, requer uma série de cuidados e regulamentações, evitando assim prejuízos aos investidores menores, anulando as margens para manipulação dos preços, e de que não há ganhos, do ponto de vista econômico, de liquidez para o mercado.

Palavras-chave: Mercado de Ações, Robôs, Negociação em Alta Frequência, HFT.

## **ABSTRACT**

The main purpose of this study is the understanding of how does the agents act to earn profits to its investors and the impacts produced in the market due to the use of this system by analyzing operation's mode of the High Frequency Tradings (HFT's) robots on the stock market. The technology comprehends an automated algorithmic sequence that, after its programming, operates in the markets seeking for small, fast and bulky gains for their investors. The study includes a descriptive analysis of its rise in the mid-90's, and types of robots sold, ways of acting, main characteristics, positive or negative effects and a current comparison of the use of those software on American and Brazilian major stock exchanges. It can be concluded that the use of this strategy requires a lot of care and regulations in order to avoid damage to small investors and nullify the margins for price manipulation. Moreover, from an economic point of view, there is no liquidity gains for the market.

Key Words: Stock Market, Robots, High Frequency Trading, HFT

## LISTA DE SIGLAS

HFT	High Frequency Trading
SFN	Sistema Financeiro Nacional
Bacen	Banco Central do Brasil
Fed	Federal Reserve
NYSE	New York Stock Exchange ou Bolsa de Valores de Nova Iorque
VOC	Companhia Unida Holandesa das Índias Orientais
ECN	Rede de Moedas Eletrônica
CFTC	Commodity Futures Trading Commission
SEC	Securities and Exchange Commission
S&P500	Standard & Poor's 500

## LISTA DE GRÁFICOS

GRÁFICO 1 – A EVOLUÇÃO DA UTILIZAÇÃO DE SISTEMAS DE *TRADING* ELETRÔNICOS DOS ANOS DE 2001 A 2010.

GRÁFICO 2 – FORMA DE ATUAÇÃO DO *HFT* NO MERCADO ACIONÁRIO.

GRÁFICO 3 - COMPARATIVO ENTRE INVESTIMENTO TRADICIONAL, NEGOCIAÇÃO ALGORITMICA E NEGOCIAÇÃO EM ALTA FREQUÊNCIA (HFT).

GRÁFICO 4 – A PROPORÇÃO DE ROBÔS DE NEGOCIAÇÃO NA ALTA FREQUÊNCIA NO MERCADO DE AÇÕES AMERICANO DOS ANOS DE 2005 A 2009.

GRÁFICO 5 – REPRESENTAÇÃO DA QUEDA DE PREÇO DO S&P 500 NO *FLASH CRASH*.

## SUMÁRIO

1. INTRODUÇÃO.....	10
2. O ESTUDO DO HIGH FREQUENCY TRADING ( <i>HFT</i> ).....	11
2.1. CENÁRIO DE SURGIMENTO.....	12
2.2. O QUE SÃO ROBÔS QUE NEGOCIAM NA ALTA FREQUÊNCIA?.....	14
2.3. PRINCIPAIS CARACTERÍSTICAS DO <i>HFT</i> .....	16
2.4. CRESCIMENTO DO TAMANHO DE MERCADO; UM COMPARATIVO BRASIL E EUA.....	18
2.5. CONSIDERAÇÕES FINAIS .....	21
3. TIPOS COMERCIALIZADOS DE ROBÔS.....	22
3.1. <i>BLACK BOX</i> .....	22
3.2. <i>WHITE BOX</i> .....	23
3.3. PROPRIETÁRIOS.....	23
3.4. CONSIDERAÇÕES FINAIS .....	24
4. CONSEQUÊNCIAS DA UTILIZAÇÃO DOS <i>HFT</i> ' .....	25
4.1. POSITIVAS .....	25
4.2. NEGATIVAS.....	27
4.3. <i>FLASH CRASH</i> .....	28
4.4. <i>BLACK MONDAY</i> E O EVENTO DO <i>KNIGHT CAPITAL GROUP</i> .....	30
4.5. BRASIL .....	32
4.6. CONSIDERAÇÕES FINAIS .....	33
5 CONCLUSÃO .....	34
6 REFERÊNCIAS .....	36





## 1. INTRODUÇÃO

A busca por obtenção de ganhos financeiros em investimentos é um assunto que desperta o interesse de muitos indivíduos da sociedade. Onde aplicar, quanto aplicar, a possível existência de riscos, o prazo ideal, são dúvidas que ladeiam quem dispõe de um capital e almeja aumentar esse montante. Neste trabalho, estudaremos uma crescente forma de atuação no mercado de ações conhecida como *HFT's* (High Frequency tradings, ou em português, Negociações em Alta Frequência), porém antes será importante situarmos o cenário em que se atua o presente objeto de estudo e fazer algumas considerações relevantes.

O objetivo do estudo será analisar a atuação da utilização de robôs, suas estruturas (divididas em três, robôs *White box*, *Black box* e proprietários) e suas consequências para o mercado. Aldridge (2010) elenca quatro benefícios trazidos pela utilização da alta frequência: aumento da liquidez, incremento tecnológico, estabilização dos sistemas e aumento da eficiência do mercado.

No entanto alguns autores, como por exemplo, Bowley (2011) ou Sanati (2012) refutam essa ideia de pontos positivos advindos da utilização desse mecanismo. A alta velocidade de respostas a informações, o grande volume negociado e a ausência de conhecimento real a respeito de que ramo a empresa atua, quem são elas, qual seu tamanho de mercado dentre outros, ou seja, a atuação dos robôs somente mediante os valores e suas respectivas oscilações e tendências são argumentos sólidos da oposição. O episódio mais expressivo que acentua essa posição ficou conhecido como *Flash Crash* e ocorreu em 2010.

Na primeira seção deste trabalho abordaremos o que são os robôs que negociam em alta frequência, o cenário de surgimento, e as principais características que os compõe, além do tamanho que hoje as estruturas ocupam na *NYSE*, *NASDAQ* e *Bm&FBovespa*. Na sequência, será discorrido a respeito das soluções de robôs hoje disponíveis no mercado, suas principais características e seu custo de aquisição. Na terceira e última seção são discutidas as principais consequências da utilização dessa ferramenta nas negociações de ativos, sejam

elas consideradas positivas sejam negativas, aprofundando-se em alguns eventos ocorridos como o *Flash Crash*, o *Black Monday* e o caso do *Knight Capital Group*.

## 2. O ESTUDO DO *HIGH FREQUENCY TRADING (HFT)*

Diversas alternativas são disponibilizadas aos investidores que desejam obter rendimentos financeiros como os fundos de investimentos, poupança, planos de previdência privada aberta, títulos públicos federais, dentre outros. Outra opção de aplicação que hoje desperta a curiosidade dos mais diversos investidores é o chamado mercado acionário que movimenta bilhões de reais por dia. Hoje no Brasil ele é administrado pela Bolsa de Valores de São Paulo juntamente com a BM&F e que ficou conhecida após a fusão em Maio de 2008 como BM&FBovespa. A Bovespa é quem hoje oferta produtos e serviços, como ações, títulos de renda fixa, contrato de derivativos, câmbio pronto, índices, ativos financeiros, taxas, mercadorias, moedas, empréstimos de títulos é depositária de ativos, entre outros e também fornece um modelo de negócio integrado e diversificado além da possibilidade de se realizar as operações no meio eletrônico, o que acarreta ganhos de velocidade e segurança operacional para os investidores (BM&FBovespa).

Para expormos e explicarmos de maneira mais clara o funcionamento das HFT's precisamos primeiramente situar o palco e agentes que atuam em paralelo aos robôs. De acordo com Antunes (2013) eles são divididos em bancos, quando a tesouraria administra seu próprio lucro; os fundos, quando uma instituição financeira administra o recurso dos seus clientes, de terceiros, não da própria instituição; as Empresas não Financeiras, como por exemplo, Petrobras, Friboi, Vale dentre outros que atuam no mercado muitas vezes fazendo um *hedge*, se protegendo através do mercado; Pessoas Físicas que atuam no mercado sejam giradores sejam os chamados traders; Estrangeiros, onde consideramos pessoas físicas, jurídicas, instituições como um todo; *Market Markers*; outras Instituições, como o Tesouro, BACEN, FED, BCE e por fim nosso objeto de estudo, os HFT's.

## 2.1. CENÁRIO DE SURGIMENTO

A informação mais antiga que se tem a respeito de uma estrutura modesta de Bolsa de Valores nos remete ao século XVI, na Holanda, através da Companhia Holandesa das Índias Orientais, onde ações da chamada VOC (a própria companhia) cedia direitos a uma parcela dos lucros para quem injetasse algum capital, financiando assim as explorações. A caráter de curiosidade havia-se agendamentos para pagamentos de dividendos para o ano de 1603, 1605, 1607 e 1608.

Em meados dos anos de 1960, no mercado acionário americano, conforme exposto por Smith (2010), negociavam-se entre 10 e 12 milhões de ações por dia. Era utilizado um sistema fundamentado em registros de papeis que expunha cada transação realizada, dessa forma se sobrecarregavam os corretores devido a significativa quantidade de operações negociadas, que juntamente com a ineficiência do processo, ocasionava um considerável montante de erros e decorrentes perdas financeiras para todos. Em decorrência desses fatos, ocorreu uma crise que ficou conhecida como *paperwork crisis* (crise da papelada, em português) que em virtude de sua magnitude fez com que a *NYSE* fechasse as portas quarta feira e reduzisse o horário disponível para negociações para que dessa forma pudesse ser dada conta do excesso de documentação que o expressivo número de transações resultava. Esse ocorrido conforme NYSE (2009), no longo prazo, resultou na criação do primeiro sistema informatizado de roteamento de transação, conhecido como *DOT* na bolsa nova iorquina. Algumas outras ineficiências operacionais, levarão no país a criação de uma bolsa em 1968, onde o pregão eletrônico é assentado em um painel digital.

Após isso, a atuação do meio eletrônico tem crescido exponencialmente ano a ano em todas as bolsas de valores no mundo e juntamente com essa evolução tecnológica a transmissão de informações, seja no mercado de câmbio, mercado de commodities, mercado de ações entre outros, são realizadas numa velocidade extremamente ágil. Com a briga por ganhos financeiros e informações sejam elas oriundas de agentes, de fontes exógenas ou de algum cunho político, que por consequência de alguma forma atuará interferindo nos preços de algum bem no

mercado, cada milésimo de segundo que os investidores a obtenham antes dos demais pode acarretar alguma vantagem monetária.

Para Antunes (2013), no contexto do surgimento das transações automatizadas essa busca incessante por ganhos, diversos perfis, formas de análises e estratégias foram desenvolvidas e são utilizadas. Alguns exemplos de perfis atuantes no mercado buscam colher frutos no médio e longo prazo, outros que almejam auferir rendimentos no chamado *intraday*, conhecidos como *daytraders* de mercado, ou seja, são caracterizados por lucrar em questão de segundos, horas, ou até mesmo com a variação de um dia de operação. Quanto a algumas formas de análises, exista quem analise o mercado de forma fundamentalista, ou seja, se faz uma análise financeira, econômica e mercadológica da empresa que se pretende comprar, para que assim se possa tomar uma melhor decisão; outro exemplo são os que agem mediante uma análise conhecida como técnica, ou seja, através de análises baseadas em tendências gráficas (gráfico de barras, candlestick, dentre outros) e um conjunto de indicadores.

Devido ao novo contexto de adesão aos sistemas de *trading* eletrônico que progressivamente crescia ano a ano em todo o mundo, o chamado *High Frequency Trading* (HFT), foi desenvolvido em meados dos anos 90 sendo incorporado cada vez mais no dia-a-dia das bolsas de valores. No gráfico abaixo, está explicito o crescimento da utilização de sistemas eletrônicos dos anos de 2001 a 2010 segmentado por classes de ativos.

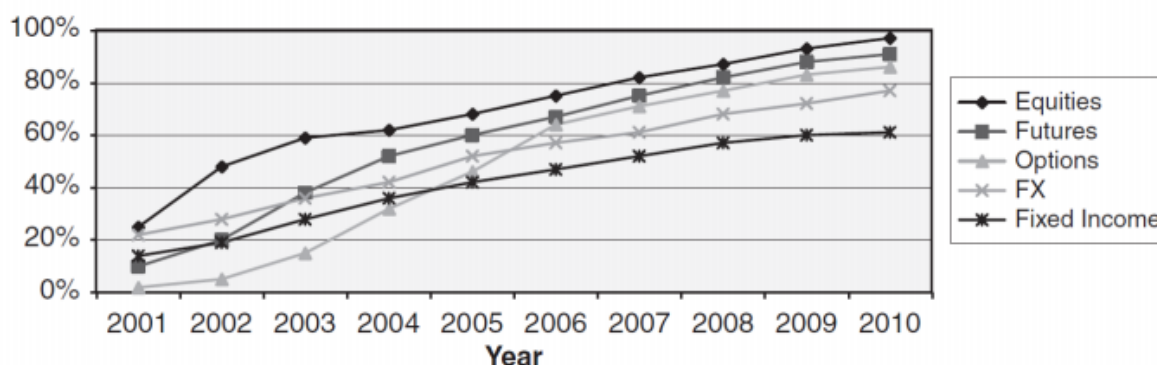


GRÁFICO 1: A EVOLUÇÃO DA UTILIZAÇÃO DE SISTEMAS DE *TRADING* ELETRÔNICOS DOS ANOS DE 2001 A 2010.

FONTE: AITE GROUP

Fica nítido, que num período de 10 anos o mercado americano se tornou exclusivamente atuante por meio eletrônico o que corrobora para o elevado crescimento das negociações em alta frequência surgidas há aproximadamente vinte anos atrás.

## 2.2. O QUE SÃO ROBÔS QUE NEGOCIAM NA ALTA FREQUÊNCIA?

De acordo com Passos (2012), o fato é que o mercado é caótico. Matematicamente, isso significa dizer que o mercado é imprevisível, mas não desordenado. Ou seja, o mercado produz movimentos ao sabor das massas e é exatamente esta característica que nos permite mesclar análise técnica e validação estatística.

Portnoy(2011), em sua obra “*High Frequency trading and the stock market: a look at the effects of trade volume on stock price changes*”, define a estratégia *HFT* como sendo algoritmos complexos criados para galgar inúmeras possibilidades no mercado acionário através de computadores. Sua funcionalidade e eficiência se devem a antecipar o passo seguinte de um dado ativo financeiro nas próximas frações de segundo embasados em análises estatísticas de últimos desempenhos e da atual condição de mercado.

Já a autora Aldridge (2010) define a atuação dos robôs de alta frequência como um avanço que passou a permitir a combinação de ordens de compra e venda e estabelecimento de um melhor preço sem a necessidade de um intermediador para realização do processo, fossem eles os *brokers* (quem realiza a negociação de moedas e títulos para um grupo de investidores que o contrata e lhe paga uma comissão por isso) ou os chamados *dealers* (quem transaciona o próprio recurso no mercado).

Sabendo disso, podemos descrever sinteticamente a atuação do *HFT* como uma sequência de passos e ordens pré-estabelecidas e bem definidas que ocorrem numa velocidade extremamente alta, sendo assim, definido como um algoritmo que atua na bolsa. Esse tipo de algoritmo vem chamando muito a atenção de especialistas em mercado de ações pelo mundo todo. Sua velocidade surpreendentemente elevada é o que determina a obtenção de lucro. Eles definem

variáveis como quantidade, preço e a hora ideal para se realizar cada transação, fragmentando o tamanho das ações para dessa forma reduzir o impacto no mercado. Esses processos ocorrem de forma automatizada, onde se é dispensada a atuação ou análise do ser humano para o processo de deliberação (Durbin, 2010).

No gráfico 2 fica claro o processo de atuação dos *HFT's* e sua rapidez. O ganho chega a ser irrisório, 1 centavo, mas imagina essa operação de aproximadamente 3 segundos de duração repetida milhares de vezes durante um dia.

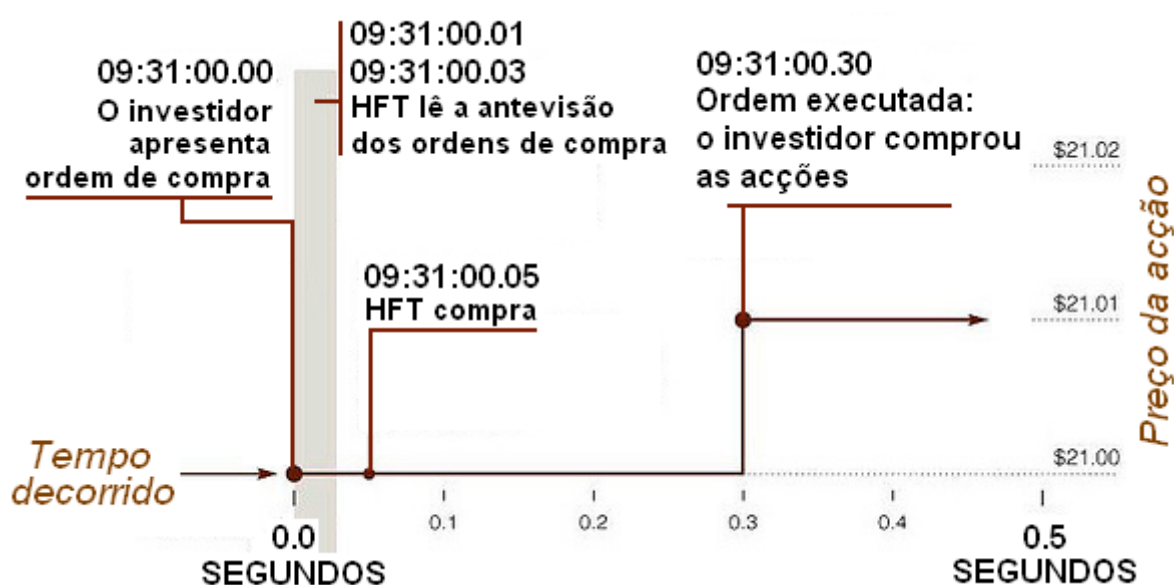


GRÁFICO 2: FORMA DE ATUAÇÃO DO *HFT* NO MERCADO ACIONÁRIO.

FONTE: <http://informacaoincorrecta.blogspot.com.br/2012/12/hft-o-esquema.html#sthash.AEyZGW2.dpu>

Logo, podemos definir sucintamente *HFT* como uma estratégia de passos pré-definida e de elevada velocidade operacional em que um robô é responsável por executá-las atingindo assim um objetivo final, onde o operador do sistema é o responsável pelo desenho desse ciclo operacional.

### 2.3. PRINCIPAIS CARACTERÍSTICAS DO *HFT*

Podemos elencar uma série de características dos *HFT*'s, todavia é oportuno inicialmente diferenciarmos, como no texto da autora Aldrige (2010), o presente objeto estudado dos chamados *tradings* eletrônicos e *tradings* algorítmicos.

O primeiro, nada mais é do que a utilização de meios eletrônicos para a transmissão de ordens, dispensando assim a aplicação do viva-voz, telefones ou cartas. Já o *trading* algoritmo é composto por um algoritmo extremamente elaborado que organiza o processamento de execução de ordens.

Ainda segundo a escritora e especialista Aldrige (2010), o que diferencia a *trading* de alta frequência da *trading* de baixa frequência, é a alta quantidade de giro de capital, num cenário de mercado extremamente dinâmico, através das quase que instantâneas respostas dos computadores. O *High Frequency Trading*, tem como *modus operandes* realizar inúmeras negociações todos os dias com uma inexpressiva margem de lucro, onde quase todas transações são concretizadas antes do fechamento do pregão.



GRÁFICO 3: UM COMPARATIVO ENTRE INVESTIMENTO TRADICIONAL, NEGOCIAÇÃO ALGORÍTMICA E NEGOCIAÇÃO EM ALTA FREQUÊNCIA (*HFT*)

FONTE: ALDRIDGE (2010).



Por sua vez, o *HFT* está intimamente ligado a uma extremamente rápida sequência de ordens e movimentos de realocação de capital pelo meio eletrônico, que podem ocorrer em questões de milésimos de segundos, sendo essas direcionáveis, flexíveis, e muito eficientes na análise de possíveis cenários, quedas e subidas de preços dos mais diversos ativos, dados de sistemas, dentre outros fatores que permitem ao robô tomar as melhores decisões de compra e venda. Tal análise e tomada de decisão, respeita uma sequência de passos pré-definidas, ou seja, um algoritmo. Tendo ciência disso, podemos definir os *HFT's* como um meio eletrônico de comandos, que usufrui de algoritmos personalizados para suas tomadas de decisões.

Por fim, como descrito em uma publicação do site *creativante* (2014), podemos enumerar algumas características importantes que são inerentes aos *HFT's*, como por exemplo:

- a) o envolvimento de ferramentas tecnológicas sofisticadas visando abranger e alcançar o maior número de estratégias diferentes;
- b) ser um ferramental altamente quantitativo que emprega algoritmos ao longo de toda a cadeia de investimentos, analisando dados do mercado, custos de negociação, execução de acordos, dentre outros;
- c) é definido por uma alta movimentação diária de portfólios e taxas de ordens para negociação (tem um expressivo número de ordens canceladas comparada as executadas);
- d) envolve geralmente a utilização de posições *flat* ou *near flat*;
- e) muito utilizada por empresas de negociação proprietária ou mesas;
- f) é sensível a latência, ou seja, extremamente dependente da habilidade de serem mais rápidas do que os competidores e em obter proveito em diferentes serviços, como o acesso direto eletrônico e o chamado *co-location*.

#### 2.4. CRESCIMENTO DO TAMANHO DE MERCADO; UM COMPARATIVO BRASIL E EUA.

A inserção da tecnologia de negociação em alta frequência já é um sistema majoritário no mercado americano e vem ano a ano ganhando espaço no mercado brasileiro.

Antigamente, o processo de compra e vendas de ações em *Wall Street* se dava através de gritos e berros. Em meados dos anos 90, já com um sistema informatizado, essa inovadora tecnologia chamada negociação em alta frequência começou um processo de ascensão nesse mercado financeiro. Mediante essas inovadas regulamentações um aumento na clareza e a inserção de novas tecnologias proporcionaram operações com latências cada vez menores. De acordo com o autor Smith (2010), nos anos 2000, foi-se acrescentada uma casa decimal nos preços das ações comercializadas, permitindo-se assim uma redução na diferença dos preços de comercialização. Também se retirou uma regulamentação que vetava a comercialização de deliberadas ações num ambiente fora do da Bolsa de Valores.

Após esses dois fatos ocorridos, no ano de 2005, a *SEC (Securities and Exchange Commission)* responsável pela regulamentação e fiscalização do mercado de Bolsa de Valores americana, determinou ser imprescindível as transações serem executadas no melhor preço possível e de forma automatizada. Em 2006, 50% do mercado americano, sorrateiramente, se utilizava do sistema dos *HFT's* para se obter o tão almejado ganho financeiro. No ano de 2009, estima-se que os fundos de *hedge*, bancos de investimentos, dentre outros agentes do mercado já tinham se tornado mais de 70% da bolsa nacional. Hoje, os estudos apontam que aproximadamente 80% do mercado financeiro americano utiliza o *HFT*.

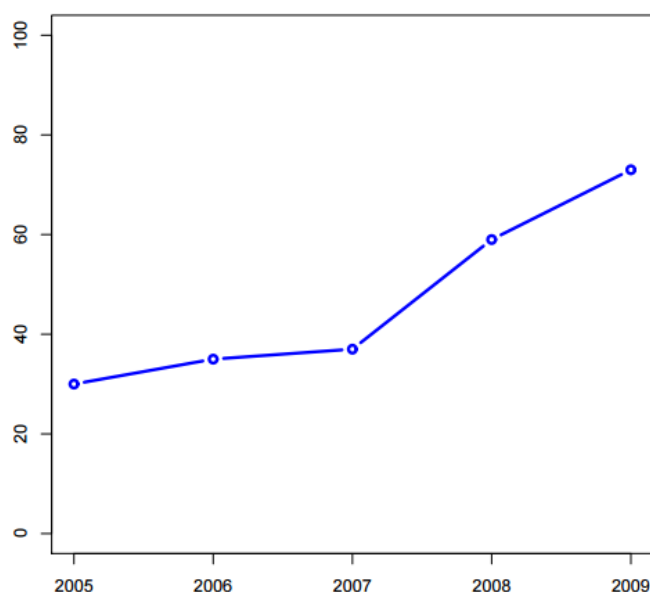


GRÁFICO 3: A PROPORÇÃO DE ROBÔS DE NEGOCIAÇÃO NA ALTA FREQUÊNCIA NO MERCADO DE AÇÕES AMERICANO DOS ANOS DE 2005 A 2009.

Fonte: SMITH (2010)

Na bolsa brasileira, a inserção da tecnologia foi um pouco mais tardia, e cresce num ritmo um pouco mais lento. Ela só foi possível com automação e encerramento do pregão viva-voz em 2005. Essa transição pode ter colaborado para o aumento do número de transações. Para os autores Pinheiro e Gomes (2008), a utilização de canais informatizados corrobora para uma maior velocidade de negociação e menor desgaste dos funcionários, que consequentemente chama a atenção de mais investidores e torna esse mercado mais acessível e ágil.

Sendo assim, estima-se um crescimento um pouco mais lento no mercado brasileiro, mas algumas medidas recentemente foram tomadas para alavancar a utilização do *HFT* no país. De acordo com o autor Crespo (2010) em novembro desse mesmo ano, a Bolsa de Valores de São Paulo (Bovespa) iniciou um processo de oferta de desconto para investidores que se utilizassem da negociação em alta frequência. Mesmo assim, até meados de 2011 tinham-se poucas notícias referentes à utilização dos robôs, embora o Brasil já caminhasse para um aumento da utilização desse sistema. Para o autor Portugal (2010), em Setembro de 2010, a CVM autorizou a aplicação de 4 sistemas de acesso expresso ao mercado financeiro:

- a) O investidor conecta-se pela plataforma de negociação por meio da conexão direta;
- b) O investidor se utiliza de um suporte ofertado pela corretora, que funciona como intermediadora da relação Bolsa de valores e cliente;
- c) O investidor opera mediante um provedor de acesso autorizado;
- d) O investidor poderá instalar servidores dentro da bolsa (co-location).

Esse último sistema de acesso permitido pela Comissão Valores Mobiliários, incentiva e facilita a utilização dos robôs em alta frequência, visto que a possibilidade de se ter um programa internalizado na infraestrutura da Bolsa viabiliza uma notável redução no tempo de negociação dos ativos.

Em 2011, o Bovespa se ligou a empresa *FlexTrade Systems*, uma multinacional que atua no ramo da negociação algorítmica permitindo o acesso a execução das ordens *FlexTrade* e estruturando a construção de um *data center* na bolsa brasileira, favorecendo assim aos investidores a navegação de ordens de alto desempenho e reduzida latência na negociação de Ativos. Mediante a esse cenário propício e receptivo a utilização de robôs e o mercado global atravessando uma crise na Europa e nos Estados Unidos em 2012, os investidores redirecionaram sua atenção ao mercado de ações brasileiros, visto que diversas outras nações mundiais lançaram medidas que se propunham a proibir as vendas a descoberto. Para Napolitano (2011), como exposto em sua reportagem “Medo na Bolsa” da revista Exame, a crise por lesar as aplicações em longo prazo e incitar a fuga de pequenos investidores também corroborou e justificou o incentivo da Bolsa Brasileira à utilização dos HFT’s.

De acordo com estudos e dados da BM&FBovespa (2012), no ano de 2009, no segmento BM&F houve um aumento de 67.500 negociações diárias para 306.000 no ano de 2011, o que representou um crescimento de 353,33% em dois anos. Já na Bovespa, os robôs em alta frequência obtiveram um crescimento de 146,1% entre o último trimestre do ano de 2010 e o de 2011. Nesse momento, os *HFT’s* representavam cerca de 10,3% do mercado de ativos no Brasil. De acordo com publicação da revista InfoMoney em 2012, a utilização dos robôs em alta frequência ainda é irrisória e as despesas elevadas. Atualmente, os *traders* de alta frequência correspondem a quase 20% do volume total negociado na bolsa, todavia, em ativos

que permitem arbitragem como por exemplo os derivativos “mini”, que imitam o contrato principal do ativo a preços mais baixos viabilizando assim a negociação por pessoas físicas, os *High Frequency Tradings* são responsáveis por pouco mais de 60% do mercado.

## 2.5. CONSIDERAÇÕES FINAIS

Conforme os textos supracitados no decorrer desse capítulo 1, estamos munidos de informações para entender como funciona a utilização dos robôs em alta frequência, em que momento, cenário e de que forma eles surgiram em nossa bolsa brasileira e na bolsa da maior economia mundial atualmente, a dos Estados Unidos, estamos também aptos a caracterizar os HFT's podendo os diferenciar de qualquer outra estratégia de mercado. Sabemos também o quanto ele é utilizado tanto em nossa bolsa brasileira como na americana. Nesse momento, no decorrer do texto, enumeraremos os 3 tipos de robôs mais comercializados no mercado, explicando o seu funcionamento e forma de utilização, para assim entendermos ainda mais um pouco desse recente mercado que atua nas mais diversas e importantes bolsas mundiais.

### 3. TIPOS COMERCIALIZADOS DE ROBÔS.

Como qualquer produto ou serviço mercantilizado que é adquirido para atender a demanda e a necessidade dos mais variados perfis de clientes, os robôs que negociam na alta frequência também podem ser obtidos no mercado, sendo disponibilizados alguns modelos estruturalmente diferenciados que são divididos em três soluções, os *White Box*, os *Black Box* e os Proprietários. Na sequência dissertaremos a respeito dos principais *HFT*'s comercializados e suas mais relevantes características e diferenças.

#### 3.1. *BLACK BOX*

De acordo com Antunes(2013) o *Black Box* é a solução mais elementar das três. Essa plataforma é caracterizada por ser puramente executora, ou seja, ela realiza as chamadas execução de travas, como quando o investidor deseja realizar uma trava de alta, por exemplo, com o robô pré-programado para comprar a ação X e vender a Y assim que a transação lhe pagar R\$ 0,30 centavos no máximo. Ele pretende transacionar 30.000 em ativos através de tranches de 1.000 em 1.000, ou seja, no somatório ele vai operar com 30.000 dividindo-os em pequenos lotes de 1.000. Após pré-estabelecidos os comandos e o software estar direcionado pelo operador, ele efetuará intermitentes pesquisas de compra em X e venda em Y, esperando ser agredido em uma dessas frentes para assim, poder executar a outra e entregar ao investidor o almejado lucro de R\$ 0,30.

Por ter esse caráter executor, a plataforma Black Box não irá mostrar a saída ao seu operador ou executar automaticamente um stop, caso ele queira essa função terá de programá-la. Outra característica pertinente a esse viés de solução executadora são as formas de atuação chamadas borboletas e *Long&Short*, na qual na última, por exemplo, é permitido ao investidor pré-estabelecer uma diferença como comando de ordem, ou seja, venda o ativo X e compre o Y quando a diferença entre eles for de R\$ 3,00, assim que a diferença é atingida, o robô executa a ordem.

Por fim, podemos concluir que essas plataformas são prontas, com um ínfimo lastro para alteração demandando o desenvolvimento por meio de um especialista

caso seja necessário. São robôs extremamente acessíveis para *traders* iniciantes devido ao baixo custo de aquisição, todavia não se compara aos ganhos auferidos pelos *White box*, muito menos pelos proprietários.

### 3.2. *WHITE BOX*

Os chamados *White Box* são plataformas um pouco mais elaboradas que permitem a flexibilidade na construção de estratégias e customização, não obstante demandam um conhecimento mais aprofundado de programação. Essa solução é caracterizada por ser passível da inclusão de vários eventos simultâneos, como por exemplo, desejo comprar a moeda Euro, quando o ativo X sofrer uma queda de R\$ 2,00, o dólar subir R\$ 1,00, a ação Y estiver na venda e sair uma notícia.

Outras vantagens são que é possível listar um grande número de eventos e permitir que haja um efeito binário como direcionador, ou seja, ao ser divulgado indicador Z, que possui um horário pré-estabelecido para publicação, o robô já calcula e sabe exatamente a quantidade que deve ser vendida ou comprada mediante a um cálculo feito embasado num parâmetro consensual já esperado. Além disso, a solução permite conhecer as variáveis de microestrutura, isto é, saber quanto tem na aquisição e na venda de um ativo além da possibilidade de se desvendar as circunstâncias que as mesmas entram no mercado.

Por fim, vale ressaltar que são as plataformas menos comercializadas, visto que possuem um custo mais elevado, não auferem um ganho financeiro tão expressivo como as chamadas proprietárias e ainda demandam conhecimento de programação de alto nível.

### 3.3. PROPRIETÁRIOS

Por fim, temos as soluções chamadas proprietárias que se caracterizam pelo seu elevado grau de elaboração e requerem uma programação de altíssimo desempenho. Para Antunes (2014) pode-se levar anos para elaboração de uma plataforma proprietária, afinal, o programador necessita começar do zero e o grau extremamente elevado exigido na concepção demanda muito conhecimento e

trabalho. Outra característica exposta pelo autor, é de que a solução proprietária não é comercializada, porém são as que mais dão retorno financeiro.

### 3.4. CONSIDERAÇÕES FINAIS

Finalizado esse capítulo 2 estamos aptos a entender como se divide estruturalmente os tipos de robôs mais atuantes no mercado e suas principais características. Na sequência será estudado e analisado as consequências da utilização dessa tecnologia na economia, os efeitos que eles causam nos mercados financeiros, para os agentes, e alguns acontecimentos onde existem fortes suspeitas da atuação dos chamados *High Frequency Trandings*.



#### 4. CONSEQUÊNCIAS DA UTILIZAÇÃO DOS HFT'S

Como diria o cientista Isaac Newton toda ação resulta em uma reação. No caso da utilização dos robôs em negociações de ativos, isso não é diferente. A utilização desses algoritmos de extrema velocidade nas transações financeiras de compra e venda que são proporcionadas pelas bolsas de valores em todo o mundo podem ter diversos resultados, sejam eles bons, ruins, sejam esses para um grupo de investidores ou para o mercado como um todo.

O capítulo 3 vai discorrer a respeito de alguns estudos e opiniões de especialistas na área, sejam eles elencando fatores positivos ou negativos para o mercado ou para os agentes. Será exposto o porquê dos *HFT's* serem profícuos ao mercado ou os onerarem. Três fatos um tanto quanto curiosos também serão analisados por um ponto de vista da atuação dos robôs em alta frequência nesses episódios nos propiciando a entender o quão interferiu nos ocorridos, positiva ou negativamente, esse novo *modus operandi* do mercado.

##### 4.1. POSITIVAS

É fácil listarmos alguns benefícios da utilização das negociações em alta frequência defendidos por alguns autores. Aldridge (2010) em sua obra, por exemplo, deixa claro que a utilização de robôs traz tantos benefícios para a sociedade como um todo ao mesmo tempo em que também incrementa e melhora o desempenho operacional do mercado.

Para ela, os *HFT's* proporcionam mais liquidez as transações devido a sua altíssima velocidade operacional no processo de compra e venda, fazendo com que esse andamento se dê mais rápido, e conseqüentemente seja mais volumoso no que tange a quantidade de transações efetivando assim o chamado aumento na liquidez. A autora também defende que a utilização desse sistema contribui para o incremento e mais recorrente processo de inovação das tecnologias computacionais atuantes no mercado de ações como um todo, discorre ainda da estabilidade que os robôs ajudam a manter nos mercados e por fim, o incremento na efetividade de

todos os mercados presentes o que pode ser explicado também pelo aumento no volume de trocas no mercado devido a surpreendente velocidade operacional.

No ponto de vista operacional, o aspecto automatizado das negociações em alta frequência possibilita aos agentes do mercado trabalhar com um número enxuto de funcionários, reduzindo assim os custos operacionais e também a quantidade de erros devido a não atuação dos fatores humanos nos processos transacionais de tomada de decisão de compra e venda dos ativos.

Para outros especialistas como, por exemplo, Hanson e Hendershott(2011) a uma expressiva diminuição nos custos de transação devido a realização do processo por parte do robô de forma extremamente rápida, previamente programada e sua vida útil ser notavelmente superior ao do ser humano. Essa característica não humana, como enfatizada por Hanson em seu texto, ainda contribui para a redução dos custos de capitais para as empresas atuantes no mercado, resultando assim numa diminuição do impacto de cada operação nos preços das ações comercializadas, devido à expressiva divisão das transações em ordens de menor tamanho.

Sanati (2012), um defensor dos *HFT's*, em sua publicação "*Fast trading on Wall Street is here to stay*", defende a utilização dos robôs argumentando que os mesmos fazem o papel dos chamados "especialistas do século XXI". Pessoas essas que eram responsáveis por guardar certas ações e tinham como obrigação assegurar que os preços nunca ultrapassassem um delimitado limite inferior, sendo recompensados pelos valores das diferenças entre os preços de compra e venda dos papéis. Para ele, o *HFT* hoje faz o papel desses chamados guardiões, com a diferença de que, visando minorar as perdas como ocorridas no chamado *Flash Crash*, as empresas passam a vender todas as ações e os robôs enxergam apenas números, desprezando assim características como o ramo de atuação do ativo, o vigor financeiro da empresa dentre outros, que por consequência, acaba comprometendo a saúde do mercado como um todo.

## 4.2. NEGATIVAS

Após o evento descrito abaixo, que ficou conhecido como “*Flash Crash*” os que contestavam os benefícios da utilização dos robôs ganharam mais força e atenção. No decorrer deste tópico será exposto e comentado os principais pontos que esses opositores utilizavam como os alicerces para defender a não utilização dos algoritmos computacionais de alta frequência no mercado financeiro.

Para os autores Bowley (2011) e Sanati (2012), os principais aspectos negativos que nos remete a utilização dos HFT`s, o qual foi muito debatido pela SEC desde maio de 2010, contém uma percepção social e outra ética. Não seria de ótimo tom analisar se a utilização de robôs na alta frequência realmente contribui para o aumento de liquidez no mercado. Outras crises como o *flash crash*, não podem recorrentemente ocorrer. Eticamente, se trata de adulteração dos preços de mercado e utilização de informações privilegiadas, agindo diretamente nas demandas existentes, prática conhecida como *front-running*. Conceder a utilização de tecnologias de elevado custo, como por exemplo o chamado *co-location*, que pode resultar na geração de um mercado injusto, no qual os investidores menores saem perdendo diante dos de grande porte. Todos os pontos supracitados são utilizados pelos autores e defensores da não utilização de robôs no mercado financeiro.

De acordo com publicação do jornalista financeiro americano Lewis (2014) do ponto de vista técnico os *HFT`s* fornecem sim liquidez ao mercado, afinal eles comandam uma infinidade de ordens, seja de compra ou de venda, num período curtíssimo de tempo. Todavia, para o autor isso não agrega nenhuma liquidez da perspectiva econômica, pois devido a extrema agilidade dos robôs no recebimento e envio de informações eles antes do que qualquer outro investidor finalize a negociação cancelam a ordem sem que ela seja completamente concretizada. Isso pode ser feito devido a velocidade dos robôs em observarem a ordem no sistema, isso muito antes de qualquer outro, e essa conduta não agrega nenhuma liquidez real para o mercado por não representar nenhum risco direcional para as empresas de HFT.

Já para Maggiolini (2014) da Universidade de Milão, pode-se exemplificar perfeitamente a utilização dos robôs como manipuladores especulativos a partir do momento em que esses promovem o lançamento de milhares de títulos no mercado acarretando um acréscimo na demanda e no preço dos papéis. No entanto, as compras efetivamente não ocorrem, pois devido a extrema velocidade operacional do sistema, logo na sequência as ordens são canceladas fazendo com que assim os custos, a princípio altíssimos, recaiam sobre os investidores que finalizaram o processo de compra e venda, pagando assim pelo processo todo. Ademais, o processo gerando uma demanda para um título, afeta o mercado de forma geral, impactando diretamente na oferta e demanda de outros papéis permitindo assim aos especuladores jogarem com esses possíveis cenários.

Por fim, para Maggiolini (2014), essa extrema rapidez de ordens, obtenção de informações, dentre outros, permite aos operadores dos robôs manipularem um título de tudo que e forma, transformando-os assim simplesmente num número. Aspectos importantíssimos, como saúde financeira da empresa, prospecção de crescimento do ramo atuante, possibilidades de geração de dividendos, dentre outros importantes num processo decisório de aquisição de um ativo, para esses sistemas são transformados simplesmente em números, em valores, preocupando os gestores das bolsas em diversos lugares no mundo e representando um enorme risco para os mercados financeiros.

#### 4.3 FLASH CRASH

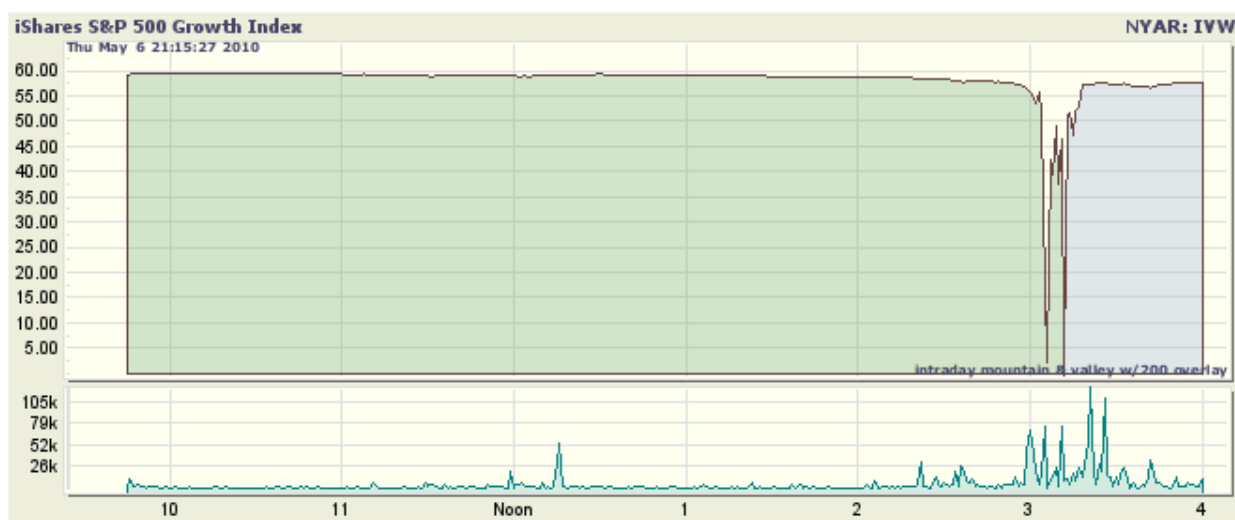
No dia 6 de Maio de 2010, como exposto por Kirilenko (2011), os indicadores do mercado de opções, ações, futuros e fundos de mercado sofreram uma inesperada e expressiva queda que se aproximou dos 9% seguido de um súbito reestabelecimento dos preços, tudo isso no curtíssimo intervalo de aproximadamente 30 minutos. Esse fato ficou conhecido no mundo todo com “*Flash Crash*”, um dos chamados crashes ocorridos nos EUA, e que ascendeu a luz amarela a respeito da saúde e segurança do mercado financeiro norte americano.

Após o ocorrido, diversos participantes do mercado em questão acusaram os *HFT's* como o principal e único culpado pelo acontecido. Em virtude da dimensão e

relevância do acontecido, as duas principais comissões reguladoras americana, a SEC e a CFTC, fizeram uma intensa e detalhada investigação para constatar as principais causas desse episódio. Após passado todo esse período de levantamentos de dados e apuração os resultados foram divulgados e chegou-se a conclusão de que o mercado atravessava um período de com alta inconstância no mercado e baixa liquidez em virtude da crise que se passava no continente europeu.

O acontecido se deu em virtude de um fundo mutuo realizar uma operação de hedge onde se foi vendido 75.000 contratos do mini índice futuro do S&P500 (E-mini) estipulado num valor de aproximadamente 4 bilhões de dólares. Tal manobra visava proteger as posições compradas em ações. Essa expressiva quantidade de contratos que foram vendidos não foi a causa principal do evento, e sim, o método que se foi feito. Um algoritmo (robô) levou em torno de 20 minutos para efetuar as 75.000 transações de venda dos ativos, o que levaria normalmente cerca de 6 horas. O fato desencadeou um efeito domino, onde ocorreu uma sucessão de ordens de vendas por diversos operadores do mercado, majoritariamente os que atuavam por meio da utilização dos robôs de alta frequência, incitando assim a baixa e quase zerou a liquidez do mini índice do futuro do S&P500 e de praticamente todo o mercado norte americano em questão de 2 segundos.

No gráfico 4, fica nítida a súbita queda em questão de segundos e a rápida recuperação do mini contrato S&P 500. A abertura do valor das ações no dia 6 de maio de 2010 foi de \$59,19 com uma mínima de \$0,10 e fechamento em \$ 57,67, ou seja, finalizando o dia com uma oscilação quase que neutra (pouco mais de 2%)



#### GRÁFICO 4: REPRESENTAÇÃO DA QUEDA DE PREÇO DO S&P 500 NO *FLASH CRASH*.

FONTE: <http://www.youtrading.com/pt/analise/tema-do-dia/3614-flash-crash>

O caso foi revertido no momento em que essa acelerada e crescente queda sofreu o chamado *circuit-braker*, ou seja, no momento em que um sistema de proteção automático da bolsa foi ativado interrompendo todas as negociações pelo período de 5 segundos, o que foi mais do que o bastante para equilibrar todas as ordens dadas entre vendedores e compradores e assim recompor a liquidez anteriormente abalada. Somente após o acionamento desse sistema de proteção os preços se reabilitaram e o mercado se aproximou de operar regularmente.

Por fim, para se refrear novos possíveis *flash crashes*, a CFTC recomendou que todos os conjuntos de negociações fossem concebidos em um meio de rede evolucionário e não isolado, mensurando assim a forma de conduta da rede atuante e embasando todas as suas definições nas transições.

#### 4.4 *BLACK MONDAY* E O EVENTO DO *KNIGHT CAPITAL GROUP*

Esses outros dois fatos também são claros exemplos de acontecimentos de caráter negativo envolvendo a utilização de robôs no processo decisório.

O primeiro, conhecido como *Black Monday* aconteceu no dia 19 de outubro de 1987, ganhando dimensão e conhecimento mundial após despencar o índice da bolsa norte americana *Dow Jones* em quase 23%. A conjuntura da ocasião era transitória onde os EUA já atravessavam um cenário de crescimento moderado, após um período de grande recuperação e desenvolvimento (Índice *Dow Jones* acumulava 44% de valorização de janeiro a agosto daquele ano).

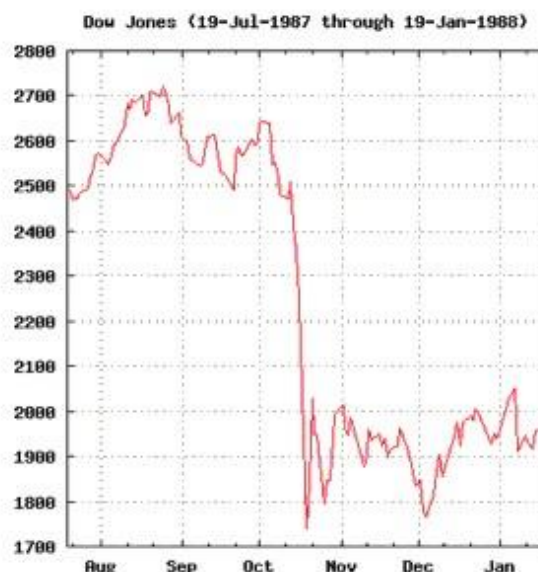


GRÁFICO 5: QUEDA DO ÍNDICE *DOW JONES* NO EVENTO DO *BLACK MONDAY*.

FONTE: [http://news.infomoney.com.br/images/conteudo/1577155\\_1.jpg](http://news.infomoney.com.br/images/conteudo/1577155_1.jpg)

Ocorrido após uma grande queda das bolsas asiáticas e alguns outros fatores inerentes e aceitáveis ao mercado acionário, diversos autores atribuem como a principal razão da expressiva perda no dia o uso de uma tecnologia algorítmica conhecida como “*Program Trading*”. Em meio a propagação da utilização de computadores no período esse mecanismo permitia aos investidores executarem as transações de forma extremamente veloz, e ao se defrontar com grandes baixas acionar automaticamente uma sequência de ordens procurando assim minimizar as perdas e agir semelhante a um *stop loss* sequencial.

O segundo acontecimento, como discorrido pelo autor Popper (2012) no ano de 2012 se deu devido a um erro de programação de um *software* de negociação algorítmica que enviou uma sequência de ordens de compra e vendas incorretas resultando assim numa perda de aproximadamente 440 milhões para a companhia que é uma das maiores compradoras e vendedoras de ações do mercado norte americano. Os preços das ações chegaram a quase cair pela metade, atingindo um valor recorde mínimo de US\$ 3,15. Tal fato não afetou somente a companhia americana, mas também o mercado como um todo, tornando o ambiente negocial de forma geral extremamente inconstante e frágil.

#### 4.5 BRASIL

Conforme Mazzoni (2012), o Brasil atravessa um momento extremamente propício ao recebimento da tecnologia dos robôs de alta frequência. Ao entrevistar um especialista americano da área, o autor recebeu a resposta de que “o mercado brasileiro está numa excelente posição para crescimento e nosso objetivo é focar no Brasil”. Os peritos no assunto entendem que o Brasil se encontra num estágio similar ao americano antes do rápido crescimento das operações utilizando os robôs.

Em contrapartida, de acordo com Setti (2012) ao entrevistar um perito do mercado recebeu respostas negativas, dado que ele questiona as premissas das operações de alta frequência. Ele alega que não há sentido a utilização de operações de alta frequência no Brasil em relação aos *EUA*, visto que a falta de agentes no mercado nacional, além da necessidade de um incremento no número de investidores, ou seja, teria de haver mais pessoas transacionando simultaneamente em alta frequência no mercado brasileiro para que o retorno à estratégia utilizada fosse significativo.

Para Rocha (2013), o mercado financeiro brasileiro evidencia uma estagnação desde 2008 quanto ao volume negociado, ou seja, apesar de um crescimento de R\$ 1,2 trilhão em 2008 para R\$ 1,5 trilhão em 2012, comparando-os ao ajuste do IPCA no mesmo período esse crescimento se torna irrisório. O autor ainda menciona a diminuição da participação no mercado do investidor pessoa física de 23% e 30% entre 2003 e 2009 para 17,9% em dezembro de 2012.

Levando todos esses aspectos em consideração pode-se dizer que o ambiente brasileiro está propício ao recebimento das tecnologias de alta frequência em razão desse aumentar o volume de transações no mercado e propiciar, quase a risco zero, ganhos para seus investidores, o que acarretaria um aumento no número de aplicadores pessoas físicas interessadas e por consequência atuantes no mercado brasileiro.



#### 4.6 CONSIDERAÇÕES FINAIS

Tendo em vista os aspectos observados, desde o surgimento do primeiro arcabouço de bolsa de valores, dos robôs de alta frequência, até seus tipos mais comercializados e suas consequências, sejam positivas ou negativas, para os mercados financeiros de todo o mundo, podemos enfim refletir e responder se é possível a obtenção de ganhos financeiros utilizando-se os *HFT* s em transações de ativos e que consequência a aplicação dessa tecnologia trará para outros agentes e para economia como um todo.

## 5 CONCLUSÃO

O presente estudo se propôs a realizar uma análise descritiva de todo o processo de utilização de robôs de alta frequência, desde o cenário de origem, sua definição, transitando por suas principais características, até realização de um comparativo dos últimos anos entre o cenário norte americano e o brasileiro. Dessa forma o trabalho visou obter respostas de como a ferramenta é utilizada pelos investidores na obtenção de ganhos financeiros no mercado de ativos.

Na sequência, foi feita uma análise dos tipos de robôs mais comercializados no Brasil e as principais consequências, positivas ou negativas, da utilização dessa ferramenta, evidenciando alguns fatos ocorridos com incertezas a respeito dos HFT's, como por exemplo, o *flash crash* e o caso do *Knight Capital Group*.

Mediante o estudo, podemos observar que os robôs de negociação na alta frequência representam uma forma interessantíssima e relativamente fácil de auferir ganhos financeiros, visto que iniciam sua atuação ao constatar o interesse de algum investidor em adquirir um ativo e, antes que este consiga concretizar a compra, o HFT já o comprou e, em milésimos de segundos, o revendeu para esse mesmo operador lucrando um valor irrisório. Esse mesmo processo se repete milhares de vezes durante o dia, transformando esse pequeno ganho por transação em um valor expressivo. Vale ressaltar, que para evitar a exposição a riscos, quase nunca os operadores de robôs na alta frequência fecham o pregão com algum ativo presente em sua carteira; eles iniciam e finalizam os processos de compra e venda no decorrer do dia mitigando assim a ameaça da perda financeira.

Não obstante, a utilização do sistema HFT por alguns agentes específicos do mercado pode prejudicar outros investidores atuantes, ou, até mesmo, o mercado como um todo. De acordo com o estudo exposto, o caráter ético e social da utilização dessa tecnologia fica muito abalado. Há três pontos específicos que requerem certo cuidado e correta regulamentação para que não haja favorecimento de um agente em detrimento de outro. São eles: a possível prática da chamada *front-running*, ou seja, a utilização de informações privilegiadas para a manipulação dos preços e do mercado; o recaimento de todos os custos de transação sobre os investidores que, de fato, arrematam os ativos e não simplesmente simulam uma

ordem de compra seguida de um cancelamento; e a falsa liquidez apresentada à economia, visto que não há uma exposição das empresas a riscos direcionais.

Entende-se também que eventos negativos como o *Flash crash*, o *Black Monday*, dentre outros, tiveram como principal causador os robôs de alta frequência, seja por erro humano, má fé ou simplesmente em virtude de um cenário não propício. É considerável o fato de que, em todos eles, a forma de atuação da tecnologia potencializou esses episódios, e isso não pode acontecer. Resta, portanto, a dúvida no que concerne ao entendimento e julgamento de até que ponto a utilização da tecnologia é benéfica para os agentes, sejam eles as empresas, o governo, os pequenos investidores ou até mesmo os detentores dos robôs.

## 6 REFERÊNCIAS

AITE GROUP. Disponível em: <http://aitegroup.com/> Acesso em: 15 nov 2015

ALDRIDGE, I. High-frequency trading: a practical guide to algorithmic strategies and trading systems. New Jersey: John Wiley and Sons, 2010.

ANTUNES, A. Os segredos dos robôs de alta frequência. Disponível em: <http://www.scalpertrader.com.br/o-segreto-dos-hfts/> Acesso em: 19 nov. 2015.

BM&FBOVESPA. BM&FBOVESPA e FLEXTRADE firmam parceria para roteamento de ordens. 2011. Disponível em: <http://www.bmfbovespa.com.br/pt-br/noticias/2011/BM&FBOVESPA-e-FLEXTRADE-firmam-parceria-para-roteamento-de-ordens-2011-01-10.aspx>. Acesso em: 26 out. 2015

BM&FBOVESPA. Custos. Investidores de alta frequência – HFT. Disponível em: [http://www.bmfbovespa.com.br/shared/iframe.aspx?altura=3200&idioma=pt-br&url=www.bmf.com.br/bmfbovespa/pages/boletim1/bd\\_manual/programa-de-incentivo-para-HFT.asp](http://www.bmfbovespa.com.br/shared/iframe.aspx?altura=3200&idioma=pt-br&url=www.bmf.com.br/bmfbovespa/pages/boletim1/bd_manual/programa-de-incentivo-para-HFT.asp). Acesso em: 24 out 2015.

BOWLEY, G. Fast traders, in spotlight, battle rules. The New York Times. 2011. Disponível em: <http://www.nytimes.com/2011/07/18/business/fast-traders-under-attack-defend-work.html>. Acesso em 27 out. 2015.

BOWLEY, G. Lone 4.1 billion sale led to ‘flash crash’ in May. The New York Times. 2010. Disponível em: [http://www.nytimes.com/2010/10/02/business/02flash.html?\\_r=0](http://www.nytimes.com/2010/10/02/business/02flash.html?_r=0). Acesso em: 27 out. 2015.

BUENO, R. L. S. **Econometria de Séries Temporais**. 2ª ed. São Paulo: Cengage Learning, 2011.

CREATIVANTE. HFT – High Frequency Trading (Negociação em Alta Frequência). 2014. Disponível em: <http://www.creativante.com/new/index.php/2013-02-03-19-36-05/2014/199-hft-high-frequency-trading-negociacao-em-alta-frequencia>. Acesso em 29 out 2015.

FURBUSH, D. Program trading. 2012. Disponível em: <http://www.econlib.org/library/Enc1/ProgramTrading.html>. Acesso em: 20 out. 2015.

GOLDFARB, Z. Report examines May’s “flash crash”, express concern over high-speed trading. 2010. Disponível em: <http://www.washingtonpost.com/wp-dyn/content/article/2010/10/01/AR2010100103969.html>. Acesso em 15 out 2015.

HANSON, T. The effects of high Frequency traders in a simulated Market. Midwest Finance Association. 2012. Disponível em: <http://ssrn.com/abstract=1918570>. 2012. Acesso em: 01 nov. 2015

HENDERSHOTT, T; JONES, C.M.; MENKVELD, A.J. Does algorithmic trading improve liquidity? The Journal of Finance, v.66, n. 1, p. 1-33. 2011. <http://dx.doi.org/10.1111/j.1540-6261.2010.01624.x> Acesso em: 03 nov. 2015

HENDERSHOTT, T; RIORDAN, R. Algorithmic trading and information. Manuscript, University of California, Berkeley. 2011.

INFOMONEY. Custo para high Frequency trading é proibitivo, afirmam especialistas. 2012. Disponível em: <http://www.infomoney.com.br/mercados/noticia/2380285>. Acesso em: 18 out. 2015.

INFOMONEY. No momento, clima para o high frequency trading no Brasil é melhor do que Europa e EUA. 2012. Disponível em: <http://www.infomoney.com.br/mercados/noticia/2381998/momento-clima-para-high-frequency-trading-brasil-melhor-que-europa>. Acesso em 25 out. 2015.

INFOMONEY. Pregoes incríveis: a história da Black Monday, o maior tombo da história das bolsas. 2009. Disponível em: <http://www.infomoney.com.br/mercados/noticia/1577155/historia-black-monday-maior-tombo-historia-das-bolsas>. Acesso em 25 out. 2015.

INFOMONEY. Robôs operando velocidade luz conheça high Frequency trading. 2012. Disponível em: <http://www.infomoney.com.br/mercados/noticia/2376689>. Acesso em: 18 out. 2015.

INFOMONEY. História Black Monday maior tombo da historia das bolsas. 2009. Disponível em: <http://www.infomoney.com.br/mercados/noticia/1577155/historia-black-monday-maior-tombo-historia-das-bolsas>. Acesso em: 08 nov 2015.

KIRILENKO, A.A.; KYLE, A. S.; SAMADI, M.; TUZUN, T. The flash crash: the impact of high frequency trading on an electronic market. Disponivel em: <http://ssrn.com/abstract=1686004>. Acesso em: 10 nov. 2015.

LEWIS, M. Negociação em alta frequência não gera liquidez no mercado de ações. Epoch Times. 2014. Disponível em: <https://www.epochtimes.com.br/negociacao-alta-frequencia-nao-gera-liquidez-mercado-acoas/#.VIBul IViko> . Acesso em: 20 nov. 2015.

MAGIOLINI , P. Um aprofundamento para o conceito de ética digital. 2014. Disponível em: [http://www.scielo.br/scielo.php?pid=S0034-75902014000500585&script=sci\\_arttext](http://www.scielo.br/scielo.php?pid=S0034-75902014000500585&script=sci_arttext). Acesso em 21 nov. 2015.

MIRANDA, CARLA. Bovespa incentiva sistema que gerou pânico nos EUA. 2010. Disponível em: <http://economia.estadao.com.br/blogs/radar-economico/bovespa-incentiva-sistema-que-gerou-panico-nos-eua/> Acesso em: 28 out. 2015

NANEX. Analysis of the “flash crash”. 2010. Disponível em: [http://www.nanex.net/FlashCrashFinal/FlashCrashAnalysis\\_SECRresponse-1.html](http://www.nanex.net/FlashCrashFinal/FlashCrashAnalysis_SECRresponse-1.html). Acesso em: 18 out 2015.

NAPOLITANO, G. Medo na bolsa. Exame.com. 2011. Disponível em: <http://exame.abril.com.br/revista-exame/edicoes/1003/noticias/medo-na-bolsa>. Acesso em: 13 nov. 2015.

PINHEIRO, M.P.; GOMES, C.F.S. Evolução do mercado acionário: Home Broker – Estudo Hsbc. 2008.

PINHEIRO, VINICIUS. BM&FBOVESPA cria sistema para limitar riscos com alta frequência. Disponível em: <http://www.valor.com.br/financas/3595588/bmfbovespa-cria-sistema-para-limitar-riscos-com-alta-frequencia>. Acesso em: 10 out. 2015.

POPPER, N. 4.1-billion trade set off Wall Street “flash crash”, report finds. Los Angeles Times. 2010. Disponível em: <http://articles.latimes.com/2010/oct/02/business/la-fi-flash-crash-20101002>. Acesso em: 25 out 2015.

PORTNOY, K. High Frequency Trading and the stock market: a look at the effects of trade volume on stock price changes. 2011. Disponível em: <http://digitalcommons.iwu.edu/parkplace/vol19/iss1/15>. Acesso em: 04 nov. 2015.

PORTUGAL, M. Investidor em alta frequência ganha seu espaço dentro da Bovespa. 2010. Disponível em: <http://exame.abril.com.br/mercados/noticias/investidor-alta-frequencia-ganha-seu-espaco-dentro-bovespa-585958> Acesso em: 22 out. 2015

SANATI, C. Sorry, SEC. Fast trading on Wall Street is here to stay. CNN Money. 2012. Disponível em: <http://fortune.com/2012/02/28/sorry-sec-fast-trading-on-wall-street-is-here-to-stay/>. Acesso em: 15 nov. 2015.

SETTI, R. Alta frequência, ganho e risco em milissegundos. Jornal O Globo. 2012. Disponível em: <http://oglobo.globo.com/economia/alta-frequencia-ganho-risco-em-milissegundos-6326891>. Acesso em: 11 nov 2015.

SMITH, R. Is high-frequency trading inducing changes in Market microstructure and dynamics? 2010. Disponível em: <http://arxiv.org/pdf/1006.5490.pdf> Acesso em: 01 nov 2015.